

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 707 123

(21) N° d'enregistrement national :

93 07895

(51) Int Cl<sup>e</sup> : H 01 G 4/30, 4/38, 4/232

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 29.06.93.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 06.01.95 Bulletin 95/01.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite: COMPAGNIE EUROPÉENNE DE COMPOSANTS ELECTRONIQUES LCC — FR.

(72) Inventeur(s) : Salze Henri et Hardy Patrick.

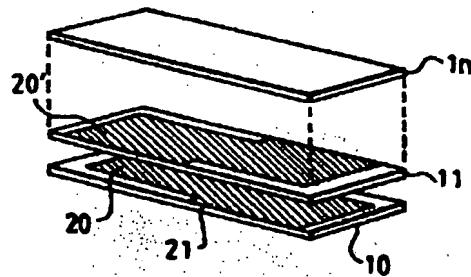
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Lardic René Thomson-CSF SCPI.

(54) Condensateur céramique multicouches quadripôle.

(57) Condensateur multicouches possédant deux ensembles d'armatures (10, 11) intercalées. Ce condensateur possède au moins sur deux faces opposées deux connexions (21) à un ensemble d'armatures. Sur une face déterminée, il ne possède au maximum qu'une connexion à un ensemble d'armatures et une connexion à l'autre ensemble d'armature.

Applications: Condensateur HF à forte capacité et à fort courant.



FIR 2 707 123 - A1



## CONDENSATEUR CERAMIQUE MULTICOUCHES QUADRIPOLE

L'invention concerne un condensateur céramique multicouches quadripôle et notamment un condensateur à forte valeur de capacité (par exemple plus de 6  $\mu\text{F}$ ), fonctionnant à haute fréquence (par exemple supérieure à 4 MHz) et à fort courant (par exemple supérieur à 15 A).

Dans certaines applications et notamment dans les alimentations à découpage modulaire, la modularité a permis l'utilisation de condensateurs de plus faibles valeurs par rapport aux condensateurs utilisés dans les alimentations monolithiques, mais ces condensateurs restent malgré tout des condensateurs de forte capacité de 10 à 100  $\mu\text{F}$ . Pour diminuer l'encombrement de ces alimentations modulaires on utilise de plus en plus des chips capacitifs, c'est-à-dire des condensateurs plans constitués de couches conductrices, séparées par des couches isolantes. Or plus la capacité doit être importante et plus les dimensions du condensateur doivent également être importantes. Il s'avère qu'à partir de certaines valeurs de capacité, il n'est plus possible d'obtenir un condensateur du type chip ayant les performances requises car l'inductance et la résistance qui sont proportionnelles aux dimensions des armatures sont nuisibles au fonctionnement. L'inductance parasite contribue à diminuer la fréquence de coupure du condensateur. L'impédance série limite le courant efficace par effet Joule.

Généralement, pour obtenir une diminution de ces deux paramètres on augmente la longueur de la connexion réalisée sur deux tranches opposées du chip (largeur du composant), et on diminue la distance entre ces deux connexions pour conserver une même surface d'armature (dissymétrisation). La longueur des armatures (définie par le trajet du courant) est réduite dans une proposition inverse à celle de la largeur, le condensateur a ainsi une forme allongée. La diminution de l'inductance est proportionnelle au carré de ce rapport. Cependant, l'augmentation de la largeur (longueur des connexions) et la diminution de la longueur du chip capacitif (distance entre connexions) à des limites dues au fait que le condensateur devient trop fragile à la torsion. La réalisation de chip capacitif de forte capacité se trouve donc limitée par ce problème mécanique ce qui est un inconvénient dans la mesure où on cherche de plus en plus à utiliser ce type de condensateur pour contribuer à la miniaturisation des alimentations à découpage.

La Demande de Brevet français 2 599 546 déposée le 30 Mai 1986 décrit un condensateur dans lequel on multiplie le nombre de connexions et on entrelace les connexions de polarités opposées des deux tranches.

Cependant une telle architecture est complexe et pose des difficultés de réalisation et d'utilisation. Notamment elle nécessite l'utilisation d'un circuit imprimé double face pour réaliser les connexions (croisement des connexions). Egalement une telle architecture nécessite une connectique qui dégrade les caractéristiques du composant (inductance série et résistance série).

De plus, les plages de connexion étant de petites dimensions (de l'ordre de 1 mm de largeur), il est quasiment impossible et en tout cas très difficile d'empiler plusieurs composants en réalisant leur interconnexion par contact entre les différentes plages de connexion.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et de fournir un condensateur utilisable à hautes fréquences (supérieures à 1 MHz) en présentant des pertes les plus réduites et en étant loin des conditions de résonance. Il convient donc de minimiser les réactances et résistances série du condensateur.

L'invention concerne donc un condensateur céramique multicouches quadripôle comprenant un premier ensemble d'armatures en matériau conducteur de forme générale polygonale, un deuxième ensemble d'armature en matériau conducteur de même forme générale polygonale, intercalées entre les armatures du premier ensemble avec du matériau diélectrique compris entre les différentes armatures, l'ensemble ayant une forme de polygone ; les armatures possèdent des prolongements qui affleurent des côtés du polygone, les prolongements d'un même ensemble affleurant un côté étant interconnectées entre elles pour former une connexion ; caractérisé en ce que chaque armature possède au moins deux prolongements situés sur deux faces opposées du polygone et en ce que chaque face du polygone possède au maximum un prolongement de chaque armature du premier ensemble et un prolongement de chaque armature du deuxième ensemble.

L'invention concerne également un procédé d'un condensateur multicouches, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- réalisation de lames de forme polygonale possédant une couche de diélectrique et une couche d'armature en matériau conducteur, l'armature ayant une dimension supérieure à celle de la lame et possédant au moins un prolongement qui atteint un côté de la lame et qui occupe sur ce côté une zone de longueur inférieure à la moitié du côté ;

- empilement des lames pour former un parallélépipède avec le diélectrique d'une lame en contact avec l'armature d'une lame voisine et de telle façon que les prolongements affleurent la même face du parallélépipède et qu'une lame sur

deux à son prolongement sur le côté gauche de ladite face du parallélépipède et l'autre lame sur deux sur le côté droit de ladite face du parallélépipède ;

- réalisation d'une rainure dans ladite face du parallélépipède entre les prolongements situés à gauche et les prolongements situés à droite ;

5 - cuisson de l'ensemble ;

- trempage de ladite face dans un bain d'un matériau conducteur ;

- retrait de la face à partir du bain conducteur et cuisson.

Les différents objets et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement dans la description qui va suivre faite à titre d'exemple et dans les figures 10 annexées qui représentent :

- les figures 1a à 1c, un premier exemple de réalisation du condensateur selon l'invention ;

- la figure 1d, un schéma électrique équivalent du condensateur de la figure 1b ;

15 - les figures 2 à 4b, d'autres exemples de réalisation du condensateur selon l'invention ;

- la figure 5, des courbes caractéristiques d'impédance en fonction de la fréquence ;

- la figure 6, un empilement de condensateurs selon l'invention ;

20 - les figures 7a à 7d, un procédé de réalisation d'un condensateur selon l'invention ;

- la figure 8, un procédé d'empilement de plusieurs condensateurs selon l'invention.

La réduction d'encombrement des systèmes électroniques fonctionnant à 25 haute fréquence nécessite le développement d'alimentations à découpage de forte puissance volumique (par exemple supérieure à 1 kW/dm<sup>3</sup>).

Certaines alimentations doivent fournir des tensions continues (généralement 5 et 10V) présentant une faible ondulation résiduelle de sortie. C'est pourquoi, un filtrage de sortie performant est indispensable.

30 Cette montée en fréquence entraîne pour les condensateurs de nouvelles exigences auxquelles les condensateurs électrolytiques ne peuvent répondre.

Les condensateurs céramiques multicouches constituent une solution bien adaptée à l'usage haute fréquence. Pour être utilisables de 1 MHz à 5 MHz, ces composants doivent cependant présenter des pertes les plus réduites possibles et être 35 loin de leur condition de résonance.

Ceci implique de minimiser inductance et résistance série des composants ce qui nécessite l'étude de structures et de géométries particulières.

5 L'utilisation de composants standards de structure dipolaire, même très dissymétriques, ne permet pas d'obtenir des valeurs d'inductances et résistances séries suffisamment faibles pour satisfaire aux contraintes de fonctionnement des convertisseurs haute fréquence.

Ainsi et compte tenu des effets de couplage l'inductance série d'un condensateur dipôle ne peut être réduite à des valeurs inférieures à quelques nH.

10 L'utilisation d'une structure quadripôle permet en revanche une meilleure distribution des courants qui réduit l'inductance propre du composant. Un tel composant est constitué de quatre connexions. Son utilisation nécessite donc une conception particulière.

15 Les figures 1a à 1d représentent donc un condensateur selon l'invention. Ce condensateur comporte un empilement de lames 10, 11, etc, en matériau diélectrique. Chaque lame possède sur une de ses faces principales une zone en matériau conducteur 20, 20' (zone métallisée) appelée armature. Selon l'invention, comme cela est représenté sur la figure 1a et plus en détail sur la figure 1c, chaque armature occupe au moins la partie centrale de la lame et possède des prolongements 21, 22 qui affleurent deux côtés opposés 30, 31 de la lame et qui n'occupent sur ces 20 côtés qu'une zone inférieure à la moitié de la longueur l de ces côtés. Les lames sont empilées de façon qu'une lame sur deux (telle que 10) ont ses prolongements tels que 21 sur la partie droite de la lame et les prolongements tels que 22 sur la partie gauche. Les autres lames telles que 11 ont leurs prolongements dans les parties opposées des côtés de la lame.

25 La lame supérieure 1n ne porte pas d'armature.

Sur les figures 1a et 1b, les prolongements tels que 21 n'atteignent pas les extrémités (droite et gauche sur les figures 1a et 1b) des lames. Comme cela est représenté en figure 1c, ils peuvent en fait atteindre ces extrémités.

30 La figure 1b représente un condensateur selon l'invention dans lequel les lames ainsi décrites sont empilées et les prolongements connectés entre eux. La connexion 41 réalise la connexion des prolongements 21 des lames telles que 10. La connexion 42 réalise la connexion des prolongements 22 des lames telles que 10. Les connexions 43, 44 réalisent de même la connexion des prolongements des armatures telles que 20'.

Le condensateur de la figure 1b constitue donc un condensateur à structure quadripolaire dont le schéma électrique est représenté en figure 1d et qui ne possède que quatre connexions réparties sur deux faces facilitant la connexion à d'autres circuits électriques en évitant des croisements de conducteurs.

5 Les figures 2a et 2b représentent un autre mode de réalisation du condensateur selon l'invention. Les lames telles que 10 ont leur armature 20 qui joint deux côtés opposés 30, 31 de la lame. Il en est de même pour les lames telles que 20' dont l'armature joint les côtés 32, 33. Les lames sont empilées comme représenté en figure 2a de telle façon que le condensateur de la figure 2b fournit des connexions 60 et 61 situées respectivement sur les faces 50 et 51 du condensateur et qui correspondent aux armatures 20 des lames 10. Les connexions 62, 63 situées sur les faces 52, 53 correspondent aux armatures 20' des lames 11. Le condensateur de la figure 2b est également un condensateur quadripolaire.

15 Les figures 3a, 3b représentent une variante de réalisation de l'invention dans laquelle on ne prévoit que deux connexions seulement par face du condensateur. Selon cette variante, l'armature de chaque lame possède une partie centrale et des prolongements de cette partie centrale vers chaque côté de lame. Sur chaque côté un prolongement occupe une zone inférieure à la moitié de la longueur du côté. Selon le même principe de disposition que le dispositif des figures 1a et 1b les lames alternées 20 du type 10 et 11 sont empilées de façon à présenter leurs prolongements dans des zones complémentaires des côtés du dispositif. Ainsi, sur la figure 3b, les connexions 60, 61, 62, 63 appartiennent aux armatures 20 des lames telles que 10 et les connexions 60', 61', 62', 63' appartiennent aux armatures 20' des lames telles que 11. La conséquence est que sur chaque face on n'a que deux connexions seulement. Par exemple, sur la face 50 on a la connexion 60 des armatures 20 et la connexion 60' des armatures 20'.

25 Les figures 4a et 4b représentent une autre variante de réalisation qui est une combinaison des dispositifs des figures 1a, 1b et 3a, 3b. Les armatures 20 des lames tels que 10 possèdent des prolongements 21, 22 qui affleurent les côtés opposés de la lame et occupent la moitié de ces côtés. L'armature 20 possède un troisième prolongement 23 qui affleure un troisième côté de la lame. Les lames telles que 11 sont de constitution similaire à celle de la lame 10. L'empilement de ces lames fournit la structure de la figure 4b dans laquelle les connexions 60', 61' et 64' correspondent aux connexions des prolongements 21, 22 et 23 respectivement. Les connexions 60,

61 et 64 correspondent aux connexions des prolongements des armatures des lames telles que 11.

Les condensateurs ainsi conçus permettent d'atteindre des niveaux d'inductances séries bien inférieures à capacité équivalente à ce qui est habituellement réalisé en structure classique dipôle. De plus le fait de ne prévoir qu'au maximum que deux connexions par face du condensateur permet de réduire les problèmes de connectiques et les inconvénients liés à la connexion de condensateurs ayant un plus grand nombre de connexions.

La caractérisation comparative entre deux composants de même format et de proche valeur de capacité montre clairement l'intérêt de la structure quadripolaire.

Structure	Capacité ( $\mu$ F)	Résonance (MHz)	Inductance Série (nH)	Résistance Série (mOhm)	Courant (*) admissible (A)
Dipôle	4.8	1.9	1.5	<1	15
Quadripôle	6.6	4.9	<<1	<1	19

(\*) Le courant admissible correspond à une élévation maximale de la température de surface du composant de 40°C.

La figure 5 représente un exemple de caractéristiques comparée entre un dipôle et un quadripôle selon l'invention. On voit que la structure quadripôle permet un fonctionnement à fréquence plus élevée.

La réduction d'inductance série est de l'ordre de 6. La fréquence de résonance est donc décalée d'un facteur 2.5. Le calcul montre que pour une valeur de capacité de 4.8  $\mu$ F le composant quadripôle résonnerait à environ 8 MHz.

De plus les structures quadripolaires selon l'invention présentent un plus faible effet Joule résultant d'une meilleure répartition des courants. Le condensateur de l'invention présentera donc un échauffement inférieur.

L'étude du condensateur selon l'invention a montré qu'il présente en HF une réactance capacitive très supérieure à celle des composants dipôles. Un filtrage très efficace est donc obtenu avec des quadripôles pour de plus faibles valeurs de capacité.

L'utilisation des composants de structure quadripôle permet d'envisager des applications filtrage à des fréquences de l'ordre de quelques MHz pour des capacités de quelques  $\mu$ F.

De plus, le fait de ne prévoir au maximum que deux connexions par face du condensateur permet d'empiler aisément plusieurs condensateurs sans avoir besoin de précision de positionnement. La figure 6 représente un empilement de condensateurs 1, 1', 1n du type de la figure 1b.

5 En effet, selon des réalisations préférées de l'invention les condensateurs auront les dimensions indicatives et approximatives suivantes :

- condensateur de la figure 1b :

largeur 1 ~ 30 mm

longueur 1 ~ 10 mm

10 longueur C d'une connexion ~ 12 mm

distance entre deux connexions a ~ 2 à 5 mm

- condensateur de la figure 2b :

dimension L ~ 15 mm

longueur C d'une connexion ~ 12 mm

15 - condensateur de la figure 3b :

dimension L ~ 20 mm

longueur d'une connexion C ~ 6 mm

distance entre deux connexions a ~ 5 mm

Sur la figure 1b, les faces portant deux connexions possèdent une rainure

20 9, 9' qui sépare les connexions. Cela peut être le cas aussi pour les composants des figures 3b et 4b. Ces rainures sont utiles pour la réalisation des connexions qui se trouvent ainsi séparées efficacement l'une l'autre.

Elles peuvent aussi servir pour l'empilement des composants comme cela sera décrit ci-après.

25 En se reportant aux figures 7a et 7b on va maintenant décrire un procédé de réalisation d'un condensateur selon l'invention. A titre d'exemple ce procédé est appliqué au condensateur des figures 1a à 1c.

On réalise tout d'abord des lames en matériau diélectrique, tel que la lame 10 de la figure 7a, avec sur une face une couche 20 conductrice qui servira 30 d'armature au condensateur. Ces armatures ont les formes décrites précédemment.

Les lames sont ensuite empilées (figure 7b) pour former un ensemble parallélépipédique. Les prolongements des lames impaires affleurent sur une partie droite (par exemple) d'une face du parallélépipède tandis que les prolongements des lames paires affleurent la partie gauche et inversement pour les prolongements qui 35 affleurent la face opposée du parallélépipède.

Des rainures 9, 9' sont réalisées dans les faces auxquelles affleurent les prolongements pour séparer de façon sûre ces prolongements (figure 7c).

L'ensemble est chauffé à température de cuisson suffisante pour obtenir un bloc fritté.

5      Ensuite, chaque face à laquelle affleure des prolongements d'armatures est trempé dans un bain 80 d'un matériau conducteur et est ensuite retiré du bain. Les faces du condensateur qui possèdent une rainure sont trempées (figure 7d) selon une profondeur inférieure à la profondeur de la rainure. La rainure évite ainsi de connecter ensemble les deux connexions qui trempent dans le même bain.

10     L'ensemble est à nouveau cuit.

Selon une variante de réalisation, les rainures prévues en figure 7c ne sont pas réalisées avant trempage dans le bain de matériau conducteur. On peut alors prévoir de réaliser un usinage des faces du condensateur entre les connexions d'une même face pour séparer ces connexions après le trempage.

15     La figure 8 représente un procédé de mise en parallèle de plusieurs condensateurs selon l'invention.

Les composants munis au moins d'une rainure telle que la rainure 9 de la figure 1b sont placés sur une plaque support 90 possédant une nervure 91. La rainure 9 de chaque composant chevauche la nervure 91. Les composants sont ensuite pressés selon le sens des flèches F et F' et trempés dans le bain de matériau conducteur. L'ensemble est ensuite cuit. Les connexions des condensateurs sont ainsi réalisées simultanément.

Dans ce qui précède, on a décrit l'invention en prenant comme forme des condensateurs une forme parallélépipédique et sur les figures les lames ont des formes rectangulaires ou carrées. Cependant on aurait pu prévoir des formes polygonales. Par exemple les lames pourraient avoir la forme d'un hexagone ou d'un octogone etc, sans sortir du cadre de l'invention.

## REVENDICATIONS

1. Condensateur céramique multicouches quadripôle comprenant un premier ensemble d'armatures (20) en matériau conducteur de forme générale polygonale, un deuxième ensemble d'armature (20') en matériau conducteur de même forme générale polygonale, intercalées entre les armatures du premier ensemble avec du matériau diélectrique compris entre les différentes armatures, l'ensemble ayant une forme de polygone ; les armatures possèdent des prolongements (21, 22, 23) qui affleurent des côtés du polygone, les prolongements d'un même ensemble affleurant 5 un côté étant interconnectées entre elles pour former une connexion ; caractérisé en ce que chaque armature possède au moins deux prolongements (20, 21) situés sur deux faces opposées du polygone et en ce que chaque face du polygone possède au maximum un prolongement de chaque armature du premier ensemble et un prolongement de chaque armature du deuxième ensemble.
- 10 2. Condensateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les armatures (20, 20') sont de forme parallélépipédique et possèdent deux prolongements (21, 22) situés sur deux côtés opposés de l'armature occupant dans ces côtés des zones situées en diagonales et de dimensions inférieures à la longueur (L) du côté de telle façon que les deux ensembles d'armatures (20, 20') étant empilés pour former un parallélépipède, présentent chacun sur deux faces opposées de parallélépipède deux ensembles de prolongements par face du parallélépipède.
- 15 3. Condensateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les armatures de chaque ensemble possèdent quatre prolongements situés sur les quatre côtés des armatures atteignant chacun une face (50, 51, 52, 53) du parallélépipède.
- 20 4. Condensateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les armatures sont de forme parallélépipédique et possèdent deux prolongements situés sur deux côtés de l'armature, de telle façon que les deux ensembles étant empilés sous forme d'un parallélépipède, les prolongements d'un ensemble d'armatures afflurent deux faces opposées du parallélépipède et les prolongements de l'autre ensemble d'armatures afflurent deux autres opposés du parallélépipède.
- 25 5. Condensateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les armatures (20, 20') possèdent également un prolongement (23, 23') situé sur un autre côté de l'armature de telle façon que les deux ensembles étant empilés sous forme d'un parallélépipède, ce prolongement (23) d'un ensemble d'armatures (20) affleure un côté du parallélépipède tandis que ce prolongement (23') de l'autre ensemble d'armatures (20') affleure un autre côté du parallélépipède.

6. Condensateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les faces qui possèdent deux connexions possèdent également une rainure (9, 9') située entre ces deux connexions.

7. Procédé d'un condensateur multicouches, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- réalisation de lames (10, 11) de forme polygonale possédant une couche de diélectrique et une couche d'armature (20, 20') en matériau conducteur, l'armature (20, 20') ayant une dimension inférieure à celle de la lame (10, 11) et possédant au moins un prolongement (21, 22) qui atteint un côté de la lame et qui occupe sur ce côté une zone de longueur inférieure à la moitié du côté ;

- empilement des lames pour former un parallélépipède (1) avec le diélectrique d'une lame en contact avec l'armature d'une lame voisine et de telle façon que les prolongements affleurent la même face du parallélépipède et qu'une lame sur deux a son prolongement sur le côté gauche de ladite face du parallélépipède et l'autre lame sur deux sur le côté droit de ladite face du parallélépipède ;

- réalisation d'une rainure (9, 9') dans ladite face du parallélépipède entre les prolongements situés à gauche et les prolongements situés à droite ;

- cuisson de l'ensemble ;  
 - trempage de ladite face dans un bain d'un matériau conducteur ;  
 - retrait de la face à partir du bain et cuisson du matériau conducteur.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que chaque armature est réalisée avec deux prolongements (21, 22) disposés sur deux côtés opposés de l'armature et symétriquement par rapport au centre de l'armature ; et en ce qu'après empilement le dispositif présente sur chacune de ces deux faces opposées, des prolongements d'un ensemble d'armatures situés dans une zone de la face et des prolongements de l'autre ensemble d'armatures situés dans une autre zone de la face.

9. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la longueur (L) d'une face du parallélépipède selon le plan des lames est inférieure à 30 mm et que la largeur et la profondeur de la rainure sont inférieure à 7 mm.

10. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que plusieurs condensateurs sont placés sur un support (90) possédant une nervure (91) puis sont pressés l'un contre l'autre et trempés dans le bain de matériau conducteur puis cuits pour réaliser la connexion des condensateurs voisins..

1/4

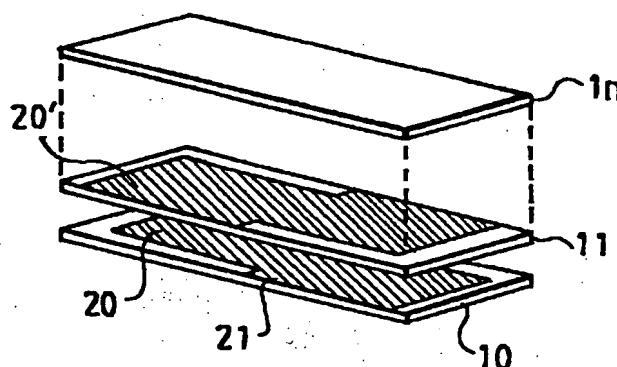


FIG.1a

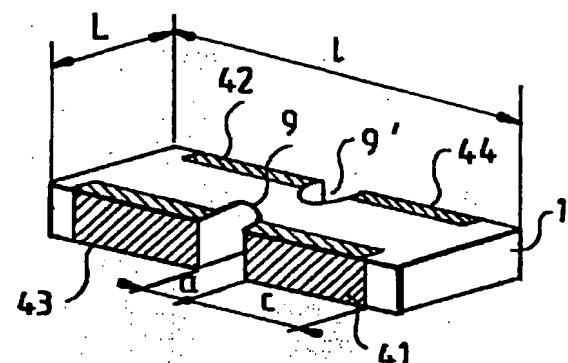


FIG.1b

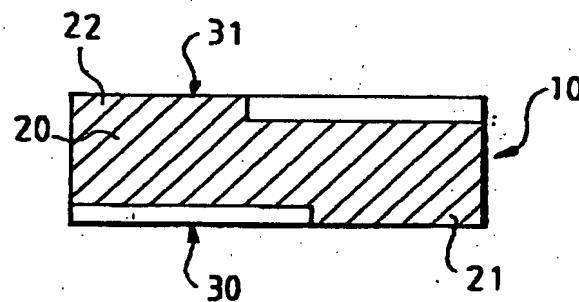


FIG.1c

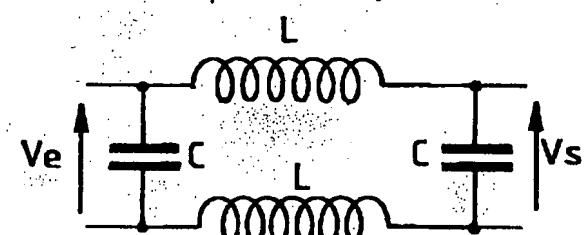


FIG.1d

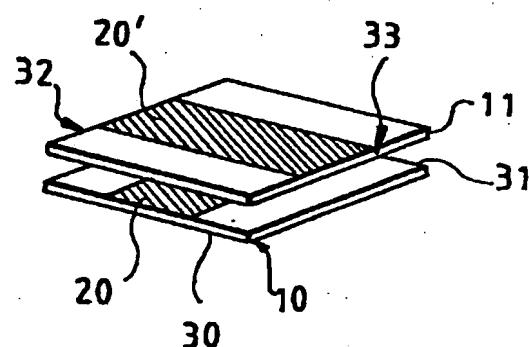


FIG.2a

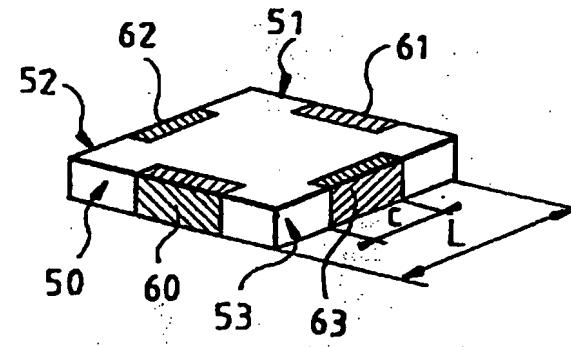


FIG.2b

214

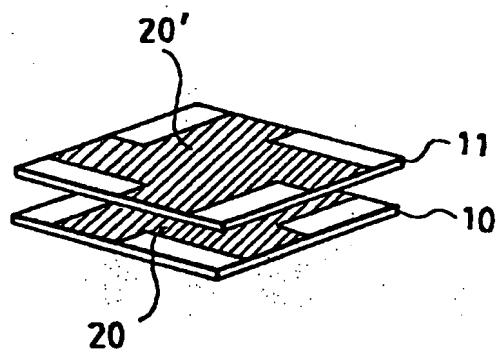


FIG. 3a

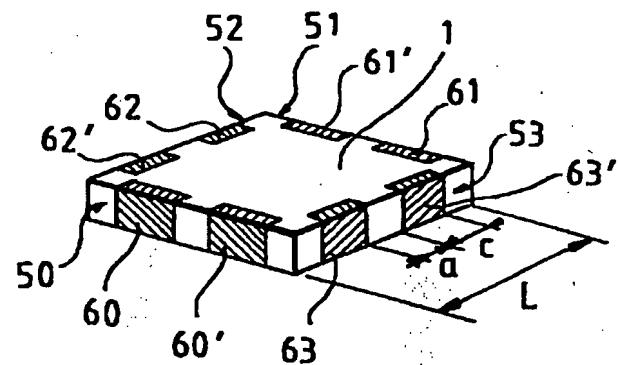


FIG. 3b

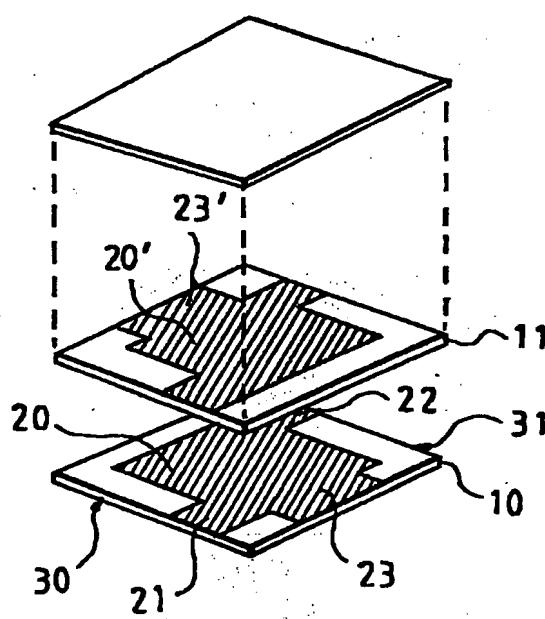


FIG. 4a

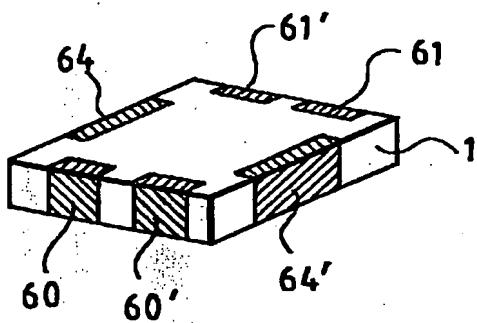


FIG. 4b

2707123

3/4

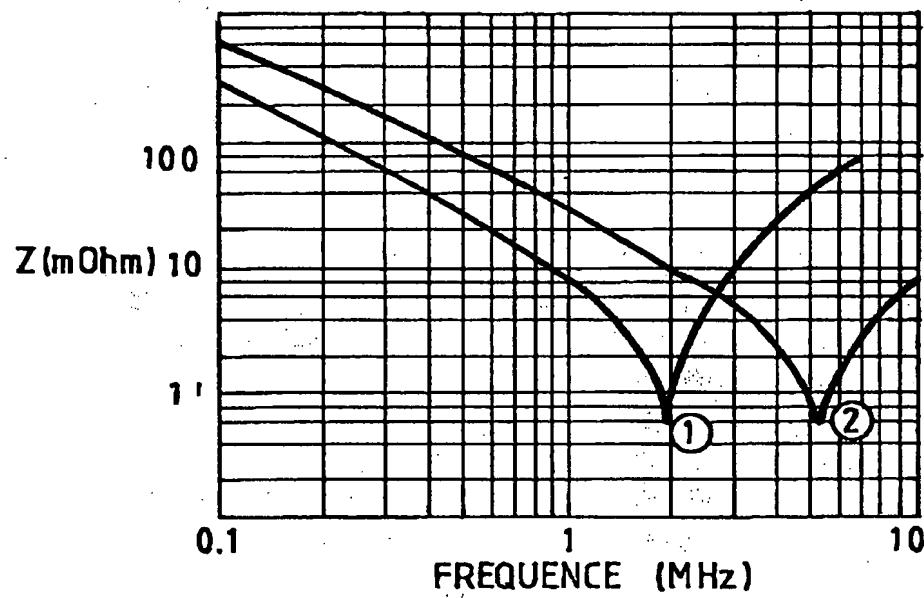


FIG.5

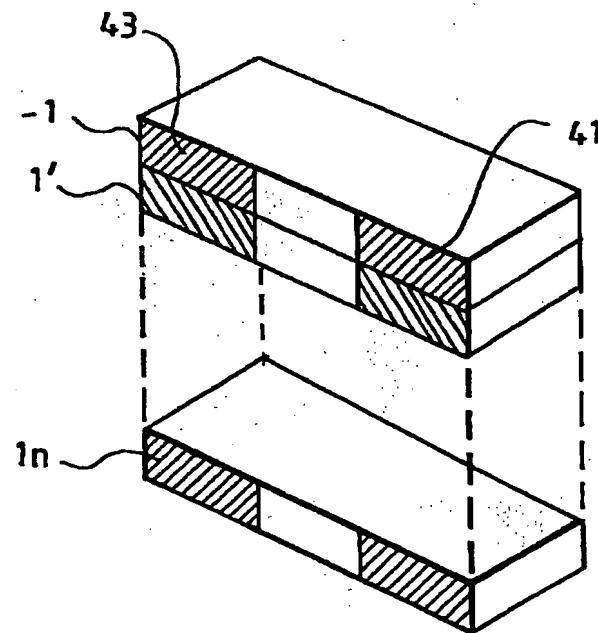


FIG.6

414

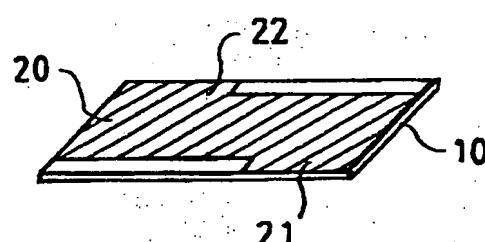


FIG. 7a

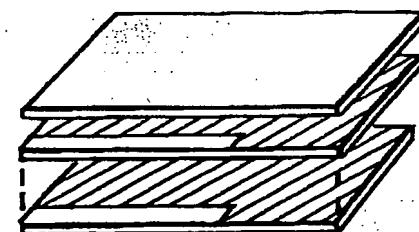


FIG. 7b

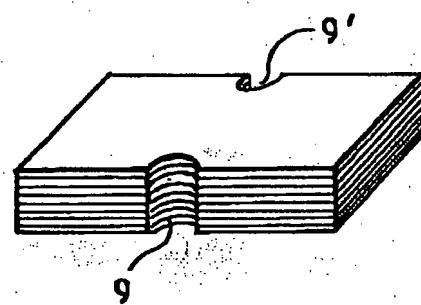


FIG. 7c

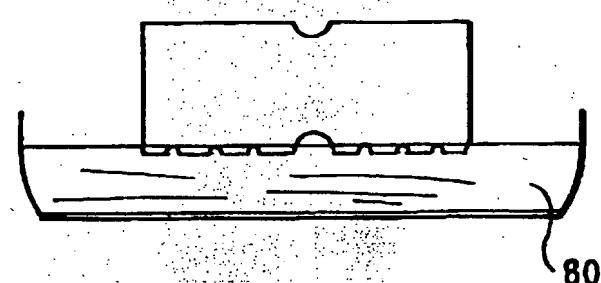


FIG. 7d

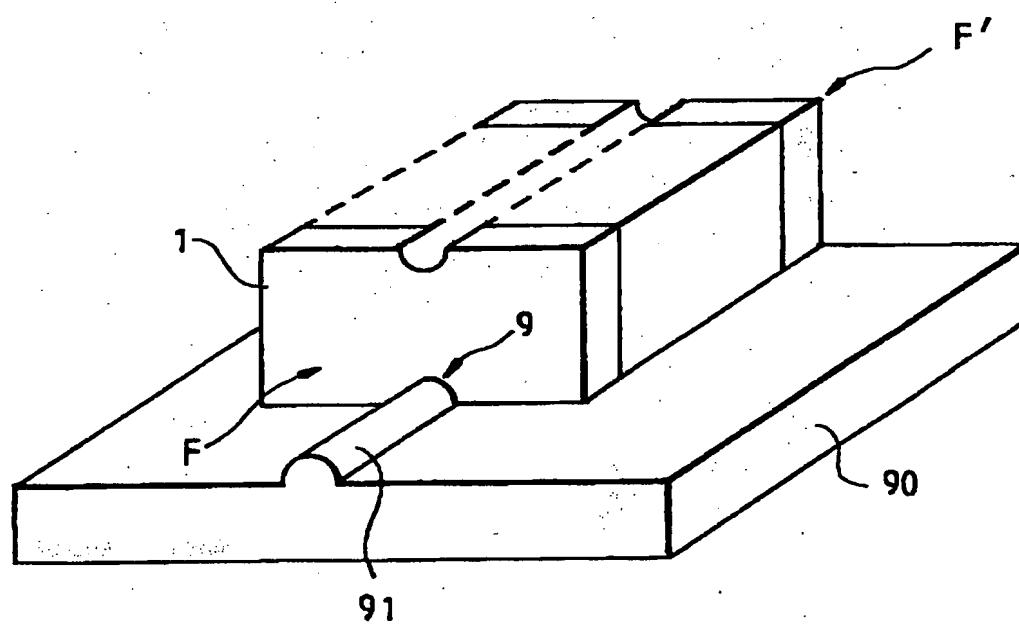


FIG. 8

## REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche2707123  
Inventeur nationalFA 488985  
FR 9307895

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée	DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS	
			1,2,6	7,8
X	DE-A-25 45 672 (DRALORIC ELECTRONIC GMBH) * page 7, alinéa 1 * * page 10, alinéa 2 - page 11, alinéa 2 * * figures 1,2 *			
Y				
X	FR-A-1 464 631 (COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON-HOUSTON) * page 1, alinéa 6 -alinéa 8 * * page 2, alinéa 10 - page 3, alinéa 3 * * page 3, alinéa 8 * * figure 5 *		1,2	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 227 (E-1207)26 Mai 1992 & JP-A-04 042 910 (MARCON ELECTRON CO LTD) 13 Février 1992 * abrégé *		1,4	
A	FR-A-2 576 139 (EUROFARAD) * page 6, ligne 24 - page 7, ligne 13 * * figures 6,7 *		1,3,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
Y	US-A-4 852 227 (DARNALL P. BURKS) * colonne 3, ligne 1 - ligne 29 * * colonne 3, ligne 50 - ligne 63 * * figures 4,5 *		7,8	
A			1,6	H01G
D,A	EP-A-0 251 831 (CIMSA SINTRA) * le document en entier *		1-10	
		-/-		
2	Date d'achèvement de la recherche 2 Mars 1994	Exécutant Goossens, A		
EPO FORM 1992/2 (POUSSI)	CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		
	X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgarion non écrite P : document introuvable			

# REPUBLIQUE FRANÇAISE

**INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**

## RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche.

2707123  
N° d'enregistrement  
national

N° d'enregistrement  
national

FA 488985  
FR 9307895

Institut National  
De La Propriete Industrielle<sup>\*1</sup>  
PARIS

12.

## PATENT APPLICATION

A1

21. Application No: 93 07895  
22. Date of Filing: 22.06.93  
30. Priority Data:

71: Applicant(S) Compagnie  
Europeenne de Composants  
Electroniques LCC=FR

51. International Patent  
Classification: HG1G 4/30, 4/38, 4/232

43. International Publication date:  
06.01.96 Bulletin: 95/01

72: Inventor(S): Salze Henri  
& Hardy Patrick

56 List of documents quoted in the  
preliminary research report:  
refer to end of current fascicule

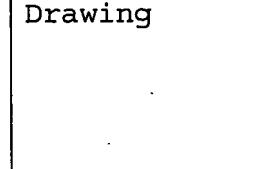
73: Proprietor

60. References cited

74: Representative: Lardic  
Rene Thomson-CSF SCPI

54 Title: Ceramic Multilayer quadripole capacitor

Drawing



57. Abstract

Multilayer capacitor having 2 armature sets (10,11)  
interleaved. This capacitor has at least on 2 aspects  
opposite 2 connections (21) to an armature set. On one specific  
aspect it has a maximum of only one connection to an armature  
set and one connection to the other armature set

Industrial Application: HF capacitor with high capacity and  
high current

1.\*Industrial property i.e. patents, registered designs,  
trademarks, marks of origin, etc.

## CERAMIC MULTILAYER QUADRIPOLE CAPACITATOR

The invention relates to a multilayer quadripole capacitor and particularly a capacitor with high capacitance (for example more than  $6\mu F$ ), operating at high frequency (for example higher than 4 MHz) and at high current (for example higher than 15A).

In certain applications and particularly in switching power supplies, modularity has enabled the use of lower value capacitors in relation to the capacitors used in monolithic supplies, but these capacitors remain, even so, high capacitance capacitors from 10 to  $100\mu F$ . Chip capacitors are increasingly used to reduce the space occupied by these modular supplies, that is, capacitors made of conducting layers, separated by insulating layers. But the larger capacitance necessary, the larger the capacitor's dimensions also have to be. It has been proved from some capacitance values, that it is no longer possible to obtain a chip capacitor with the required performance for inductance and resistance, which are proportional to the dimensions of the armatures and are harmful to the operation. Parasitic inductance contributes to reduce the capacitor's frequency of disconnection. Impedance series limits the effective current by the Joule effect.

Generally, to obtain a reduction of these two parameters the length of the connection made is increased on two opposite sides of the chip (width of the component) and the distance between these two connections is reduced in order to keep the same surface of armature (dissymmetry). The length of the armatures (defined by the path of the current) is reduced in inverse proportion to that of the width. The capacitor has therefore an elongated shape. The reduction of the inductance is proportional to the square of this connection. However, the increased width (length of connections) and the reduction of the length of the chip capacitor (distance between connections) has limits due to the fact that the capacitor has become subject to torsion. The manufacture of the high capacitance chip capacitor is then limited by this mechanical problem which is a disadvantage insofar as this type of capacitor is more and more frequently used in the miniaturisation of switching power supplies.

The French Patent Application 2 599 546 filed 30 May 1986 describes a capacitor in which the number of connections are multiplied and the connections of the opposite polarities of the two sides are interleaved.

However such a structure is complex and poses difficulties in both manufacture and use. In particular it requires the use of a double-sided printed circuit in order to make the connections (crossing of connections). Also such a structure requires wiring which impedes the characteristics of the component (inductance series and resistance series).

Moreover, the pads are small (in the region of 1mm width so it is practically impossible and in any event very difficult to

stack several components by making their interconnection through contact between the different pads.

The invention aims to remedy these disadvantages and to provide a capacitor, which can be used at high frequencies (higher than 1 MHz) by presenting the lowest losses and by being far from the resonance requirements. Therefore it is suitable to minimise the reactance and resistance series of the capacitor.

The invention thus relates to a ceramic, multiplayer, quadripole capacitor consisting of first a set of armatures in a conducting material in a general polygonal shape, a second set of armatures in conducting material in the same general polygonal shape, interleaved between the armatures of the first set with dielectric material included between the different armatures, the whole set is in a polygonal shape; the armatures have extensions which are flush with the polygon sides, the extensions of the same set flushing one side being interconnected between them to form a connection; characterised in that each armature has at least two extensions situated on two opposite aspects of the polygon and in which each aspect of the polygon has at most an extension of each armature of the first set and an extension of each armature of the second set.

The invention also relates to the method of a multilayer capacitor, which features the following stages:

- making plates in polygonal shape having a dielectric layer and an armature layer in conducting material, the armature with a greater dimension to that of the plate and having at least an extension which reaches one side of the plate and which occupies on this side less than half of the area of the side;
- stacking the plates to form a parallelepiped with the dielectric of a plate in contact with the armature of a adjoining plate and in such a way that the extensions are flush to the same side of the parallelepiped and that one plate in two has its extension on the left side of said parallelepiped and the other plate of the two is on said right side of the parallelepiped;
- - making a groove in the said aspect of the parallelepiped between the extensions placed on the left and the extensions placed on the right;
  - firing of the set;
  - coating of said aspect in a bath of conducting material;

- withdrawal of the aspect from the conducting bath and firing

The different objects and features of the invention will appear more clearly in the description which will follow by way of example and in the attached figures shown:

- figures 1a to 1c, a first example of the manufacture of the C in accordance with the invention;
- figure 1d, an electrical diagram equivalent of the capacitor of drawing 1b
- figures 2 to 4b, of other examples of the manufacture of the capacitor in accordance with the invention;
- figure 5, of the characteristic curves of impedance, according to the frequency;
- figure 6, stacking of capacitors in accordance with the invention;
- figures 7a to 7d, a process of making the capacitor in accordance with the invention;
- figure 8, the method of stacking of several capacitors in accordance with the invention;

The reduction of loading of electronic systems operating at high frequency requires the development of switching power supplies of high power per unit volume (e.g. higher than  $1\text{ kW}/\text{dm}^3$ ).

Some supplies must provide DC voltage (generally 5 and 10V) presenting a weak output current ripple. This is why, high performance output filtering is essential.

This rise in frequency involves new demands on the capacitors which the electrolytic capacitors cannot meet.

Ceramic multilayered capacitors are an ideal solution to high frequency use. These components, to be of use from 1MHz to 5 MHz must however show the lowest losses possible and be far from their condition of resonance.

---

This involves minimising the components' inductance and series resistance, which requires the study of structures and specific geometries.

The use of standard components of dipolar structure, even very dissymmetrical components, does not allow the values of inductances and series resistances sufficiently weak to satisfy the operating constraints of the high frequency converters.

In this way and taking into account the effects of coupling, the inductance series of a dipolar capacitor cannot be reduced to values lower than a few nH.

The use of a quadripole structure allows on the other hand a better distribution of currents, which reduce the specific

inductance of the component. This type of component is made up of four connections and so it must be specially designed.

The figures 1a to 1d therefore show a capacitor in accordance with the invention. This capacitor consists of a stack of plates 10, 11, etc in dielectric material. Each plate has on one of its main sides an area in conducting material 20, 20 (metallised area) called the armature. In accordance with the invention, as that is shown on Figure 1a and in more detail in Figure 1c, each armature occupies at least the central part of the plate and has extensions 21,22 which are flush with the two opposite sides 30,31 of the plate and which only occupy on these sides an area less than half of the length of one of these sides. The plates are stacked so that one plate in two (that is 10) have extensions such as 21 on the right part of the plate and the extensions such as 22 on the left part. The other plates such as 11 have their extensions in the opposite parts of the plate sides.

The upper plate 1a does not have an armature.

On the figures 1a and 1b the extensions such as 21 do not reach these limits.(right and left on figures 1a and 1b) of the plates. As is shown in figure 1c they can reach these limits.

Figure 1b shows a capacitor in accordance with the invention in which the plates thus described are stacked and the extensions between them connected. The connection 41 makes the connection of extensions 21 of plates such as 10. The connection 42 makes the connection of extensions 22 of plates such as 10. The connections 43,44 also make the connection of extensions of armatures such as 20.

---

The capacitor of figure 1b therefore consists of a capacitor with a quadripolar structure whose electrical diagram is shown on Figure 1d and which has only 4 connections distributed on two aspects, facilitating the connection to other circuits by avoiding the crossing of conductors.

The figures 2a and 2b show another way of making that capacitor in accordance with the invention. Plates such as 10 have their armature 20 which joins two opposite sides 30, 31 of the plate. This is the same for plates such as 20 where the armature joins sides 32,33. The plates are stacked as shown in figure 2a in such a way that the capacitor of figure 2b provides connexions 60 and 61 placed respectively on aspects 50 and 51 of the capacitor and which correspond to the armatures 20 of plates 11. The capacitor of figure 2b is also a quadripole capacitor.

Figures 3a and 3b show a variation of making the invention in which only two connections are planned for the aspect of the

capacitor. According to this variation, the armature of each plate has a central plate and extensions of this central part towards each side of the plate. On each side an extension occupies an area less than half the length of the side. In accordance with the same principal of the layout which the arrangement of figures 1a and 1b the alternate plates of type 10 and 11 are stacked in a way to show their extensions in the complementary areas of the sides of the device. Therefore, on figure 3b the connections 60, 61, 62, 63, belong to armatures 20 of such plates as 10 and the connections 60, 61, 62, 63 belong to armatures 20 of plates such as 11. As a result there are only two connections on each side. For example, on aspect 50 there is the connection 60 of the armatures 20 and the connection 60' of armatures 20.

The figures 4a and 4b show another variation of making the invention which is a combination of the devices of figures 1a, 1b and 3a 3b. The armatures 20 of the plates such as 10 have extensions 21, 22 which are flush with the opposite sides of the plate and occupy half of its sides. The armature 20 has a third extension 23, which is flush with a third side of the plate. Plates such as 11 are of similar make-up to that of 10. Stacking these plates provides the structure of figure 4b in which the connections 60, 61, and 64 correspond to the connections of the extensions 21, 22, and 23 respectively. The connections 60, 61 and 64 correspond to the connections of the armature plate extensions such as 11.

The capacitors designed in this way allow levels of series inductance much lower in equivalent capacity to that which is usually made in standard dipolar structures. Moreover the fact of only planning at most two connections per aspect of the capacitor causes a reduction in the problems of connection and the disadvantages linked with the connection of the capacitors having a greater number of connections.

The comparative description between two components of the same format and approximate capacitance value clearly shows the importance of the quadripole structure.

Structure	Capacitance MF	Resonance (Mhz)	Series Inductance	Series Resistance (mOhm)	Contact Rating (A)
Dipole	4.8	1.9	1.5		15
Quadripole	6.6	4.9	<<1		19

(\*) The contact rating corresponds to a maximum rise of the surface temperature of the component of 40 C.

Figure 5 shows an example of the characteristics compared between a dipole and a quadripole according to the invention. The quadripole structure is seen to allow operation at a much higher frequency.

The reduction of series inductance is in the region of 6. The frequency of resonance is then displaced by a factor of 2,5. The calculation shows that for a value of capacitance of  $4.8\mu F$  the quadripole component would be resonant at around 8 MHz.

Moreover the quadripolar structures according to the invention show a weaker Joule effect resulting from better distribution of currents. The capacitor of the invention will therefore show lower heating.

The study of the capacitor in accordance with the invention has shown that it presents a far higher reactance capacitance to that of the dipole components. A very effective filtering is then obtained with quadripoles for the weakest values of capacitance.

The use of components of quadripole structure allows filtering applications with frequency in the order of some MHx for capacitance of some  $\mu F$  to be contemplated.

---

Furthermore, the fact of only planning at maximum two connections per aspect of capacitor allows several capacitors to be easily stacked without needing to be positioned precisely. Figure 6 shows a stacking of capacitors 1,1@, 1a of the type in Figure 1b.

Indeed according to the preferred embodiment of the invention the capacitor will have the approximate dimensions shown as follows :

Capacitor in Figure 1b:

Width : 1-30 mm

Length: 1-10 mm

Length capacitor from a connection-12mm

Distance between two connections from 2 to 5 mm

Capacitor in Figure 2b:

Dimension 1-15mm

Length capacitor of a connection-12mm

Capacitor in figure 3b:

Dimension L-20mm

Length of a connection c-6mm

Distance between two connections to-5mm

On figure 1b, the aspects having two connections have a groove 9,9' which separates the connections. This could also be the case for the components of figures 3b and 4b. These grooves are useful to make connections, which are thus separated effectively from one another.

They can also be used for stacking of the components as described hereinafter.

By referring back to figures 7a & 7b the method of making the capacitor in accordance with the invention can now be

described. By way of example this method is applied to the capacitor of figures 1a to 1c.

First of all the plates are made in dielectric material, such as plate 10 in Figure 7a, with one aspect a conducting layer 20 which will work as an armature of the capacitor. These armatures are shaped as described previously.

The plates are then stacked (figure 7b) to form a parallelepiped set. The extensions of the odd plates are flush with (e.g.) the right part of a parallelepiped side while the extensions of the even plates are flush with the left part and conversely for the extensions, which are flush with the opposite aspect of the parallelepiped.

---

The grooves 9, 9' are made in the aspects to which the extensions are flush in order to separate completely these extensions (Figure 7c)

The set is heated at a sufficient firing temperature to obtain a sintered block.

Then, each aspect is flush with the armature extensions and is coated in a bath of conducting material and later withdrawn from the bath. The aspects of the capacitor, which have a groove are coated 9 (figure 7d) according to a lower level than the level of the groove. The groove thus avoids joining the two connections together, which are coated in the same bath.

The set is fired again.

According to one variation of the embodiment, the grooves planned in Figure 7c are not made before coating in the bath of conducting material. Then machining of the capacitor aspects between connections of the same side can be planned in order to separate these connections after coating.

Figure 8 shows a method of putting several capacitors in parallel in accordance with the invention.

The components, which have at least a groove like the one in 9 of figure 1b are placed on a support plate 90 having a rib 91. The groove 9 of each component bridges the rib 91. The components are afterwards pressed according to the direction of arrows F and F' and coated in the bath of conducting material. The set is then fired. The capacitor connections are thus made simultaneously.

Previously, the invention has been described by taking as the capacitor shape a parallelepiped shape and on the figures the plates have rectangular or squared shapes. However it would have been possible to make polygonal shapes. For example the plates could have a hexagonal or octagonal shape etc without departing from the parameters of the invention.

## CLAIMS

1. The ceramic multi-layered quadripole capacitor consisting of a first set of armatures (20) in conducting material in a general polygonal shape, a second armature set (20') in conducting material in the same general polygonal shape, interleaved between armatures of the first set with dielectric material included between the different armatures, the set having a polygonal shape; the armatures having extensions (21,22,23) which are flush with the sides of the polygon, the extensions of the same set flushing with one side being interconnected between them to form a connection; characterised in that each armature has at least two extensions (20,21) situated on two opposite sides of the polygon and in which each side of the polygon has at the most an extension of each armature of the first set and an extension of each armature of the second set.
2. Capacitor in accordance with claim 1, characterised in that the armatures (20,20') are in parallelepiped shape and have two extensions (21,22) situated on both opposite sides of the armature occupying in these sides of the areas situated in diagonals and in dimensions lower to the length (L) of the side of such a way that the two armature sets (20,20') being stacked to form a parallelepiped, showing each of the two aspects opposite the parallelepiped two sets of extensions per aspect of the parallelepiped.
3. Capacitor in accordance with claim 2 , characterised in that the armatures of each set have four extensions situated on the four sides of the armatures reaching each side (50,51,52,53) of the parallelepiped.
4. Capacitor in accordance with claim 1,characterised in that the armatures are in the shape of a parallelepiped and have two extensions placed on two sides of the armature in such a way that the two sets are stacked in the shape of a parallelepiped the extensions of a set of armatures are flush with the two opposite aspects of the parallelepiped.
5. Capacitor in accordance with claim 2, characterised in that the armatures (20,20') also have an extension (23,23') placed on an other side of the armature in such a way that both sets being stacked in parallelepiped shape, this extension (23) of an armature set (20) is flush with one side of the parallelepiped while this extension (23) of the other set of

armatures (20) is flush with the other side of the parallelepiped.

---

6. Capacitor in accordance with some previous preceding claims, characterised in that the aspects which have two connections also have a groove (9,9') placed between these two connections.

7. Method of a multilayer capacitor, characterised in that it consists of the following stages:

- Making plates (10,11) in a polygonal shape having a dielectric layer and an armature layer of (20,20') conducting material, the armature (20,20') being of smaller dimension than the plate (10,11) and having at least an extension (21,22) which reaches a side of the plate and which occupies on this side an area of length lower than half of the side;
- Stacking the plates to form a parallelepiped (1) with the dielectric of a plate in contact with the armature of an adjoining plate and in such a way that the extensions are flush with the same aspect of the parallelepiped and that one plate in two has its extension on the left side of said aspect of the parallelepiped and the other plate of two on the right side of the said aspect of the parallelepiped;
- Making a groove (9,9') in said aspect of the parallelepiped between the extensions placed on the left and the extensions placed on the right;
- Firing the set
- Coating said aspect in a bath of conducting material

8. Method in accordance with claim 7, characterised in that each armature is made with two extensions (21,22) arranged on two opposite sides of the armature and symmetrically in relation to the centre of the armature; and that after stacking, the device shows on each of its two opposite aspects, extensions of the armatures set situated in an area of the aspect and extensions of the other set of armatures situated in an other area of the aspect.

9. Method in accordance with claim 7, characterised in that the length (L) of an aspect of the parallelepiped in accordance with the plan of the plates is lower than 30mm and that the width and the depth of the groove are lower than 7mm.

10. Method in accordance with claim 6, characterised in that several capacitors are placed on a support (90) possessing a rib (91) then are pressed one against the other and coated in the bath of conducting material then fired to make the connection with adjoining capacitors.